

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 08220356
PUBLICATION DATE : 30-08-96

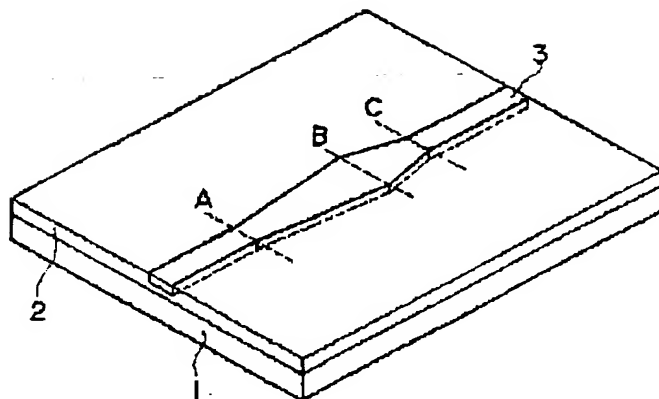
APPLICATION DATE : 13-02-95
APPLICATION NUMBER : 07024426

APPLICANT : FUJIKURA LTD;

INVENTOR : SHIMA KENSUKE;

INT.CL. : G02B 6/122

TITLE : OPTICAL WAVEGUIDE CHIRPED
GRATING



ABSTRACT : PURPOSE: To make it possible to easily produce an optical waveguide type chirped grating having reflection characteristics of a wide reflection wavelength region of reflected light by forming a continuous change of waveguide structures in the longitudinal direction of an optical waveguide and forming gratings in the changing part.

CONSTITUTION: A clad layer 2 is formed on a substrate 1. The clad layer 2 consists of quartz glass, etc., and the thickness thereof is usually about 5 to 20 μ m. Nearly a band-shaped core 3 is formed within the clad layer 2. The thickness of the core 3 is kept constant in its longitudinal direction and its width is gradually expanded at a length of about 5 to 10mm from the point A to the point B of the positions in Fig. and is rapidly reduced to the original width from the point B toward the point C. Grating periods form the specified grating in such part (the range from the point A to B) where the width of the core 3 of the optical waveguide changes locally. The conventional method, interference, photomask, etc., are directly applicable to the formation of the grating.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-220356

(43)公開日 平成8年(1996)8月30日

(51)Int.Cl.⁶

G 0 2 B 6/122

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/12

技術表示箇所

A

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平7-24426

(22)出願日 平成7年(1995)2月13日

(71)出願人 000005186

株式会社フジクラ

東京都江東区木場1丁目5番1号

(72)発明者 山内 良三

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内

(72)発明者 和田 朗

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内

(72)発明者 日高 啓視

千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内

(74)代理人 弁理士 志賀 正武

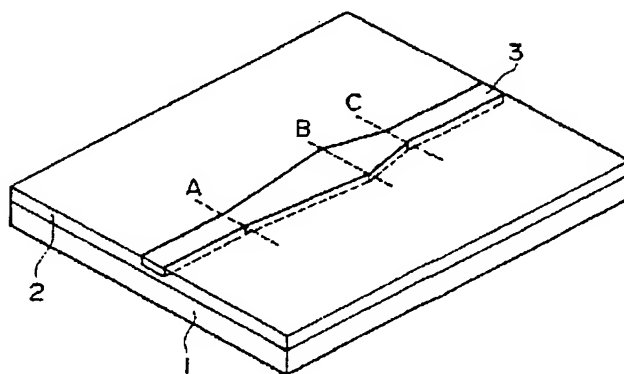
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光導波路型チャープトグレーティング

(57)【要約】

【目的】 反射光の反射波長域が1nmから20nm程度までの広い反射特性を持つ光導波路型チャープトグレーティングを容易に製造できるようにする。

【構成】 光導波路のコア径、コア屈折率などの導波構造を光導波路の長さ方向に局所的かつ連続的に変化させておき、この部分に従来のグレーティング周期が一定のグレーティングを干渉法、ホトマスク法などによって形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光導波路の長さ方向に導波構造の連続的な変化を形成し、この変化部分にグレーティングを形成したことを特徴とする光導波路型チャープグレーティング。

【請求項2】 上記導波構造の連続的な変化が、光導波路の局所的なコア径の変化であることを特徴とする請求項1記載の光導波路型チャープグレーティング。

【請求項3】 上記導波構造の連続的な変化が、光導波路の局所的な加熱によるドーバントの拡散によって形成されるコアの屈折率変化であることを特徴とする請求項1記載の光導波路型チャープグレーティング。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、反射光の反射波長域が広い光導波路型チャープグレーティングに関し、その製造が容易に行えるようにしたものである。

【0002】

【従来の技術】 光導波路型グレーティングとは、ガラス、シリコンなどの基板上に形成されたクラッドとなる石英ガラスなどのクラッド層と、このクラッド層に形成された酸化ゲルマニウムドーピング石英ガラスなどの帯状のコアとからなる平面光導波路の長さ方向に、一定の周期的な変化、例えばコアの屈折率の周期的変化やコア径の周期的変化を形成したものである。そして、この周期的変化の周期（以下、グレーティング周期と言うことがある。）（ Λ ）とこの光導波路に入射した光の導波路内での伝搬光の波長（管内波長 λ_g ）との間に $\lambda_g = 2\Lambda$ の関係が満たされたときにのみ、その入射光がほぼ100%反射される特性を有するものであり、図4に示すように半値幅で示される反射波長域（以下、反射波長域は半値幅での値で示すものとする。）が0.4nm程度非常に狭く、極めて急峻な反射特性を示すものである。

【0003】 このような鋭い反射波長選択性を有する光導波路型グレーティングは、光ファイバ通信網の監視システムやレーザなどに利用されうる有望な技術である。この光導波路型グレーティングの製造には、干渉法、ホトマスク法などが知られている。干渉法は、図5に示すように、光導波路11のコア12に二方向から可干渉性の強い高照度のレーザビーム13、13を互いに干渉するように照射し、コア12の表面に干渉縞14を形成する。

【0004】 この干渉縞14に対応する導波路11のコア12の部分には、強いレーザ光が照射される部分と弱いレーザ光が照射される部分とが交互に周期的に形成されることになる。強いレーザ光が照射された部分は、そのガラスにホトリフラクティブ効果による欠陥が生じ、これにより、その屈折率が増加する。このため、コア12には屈折率の周期的変化が形成されることになる。この際に形成される屈折率の周期的変化の周期、すなわち

グレーティング周期（ Λ ）は、図5のレーザビームの照射角度（ θ ）とレーザ光の波長（ λ ）によって、次式で定まる。

$$\Lambda = \lambda / \sin \theta$$

【0005】 また、ホトマスク法は、一定のグレーティング周期に相当する間隔で多数の極細スリットを形成したホトマスクを光導波路のコアに当て、ホトマスクの上から強いレーザビームを照射、露光して、一定の周期を有する周期的な屈折率変化を形成するものである。干渉法による具体例としては、酸化ゲルマニウムドーピングコアを有するシングルモード光導波路を用い、波長244nmのアルゴンレーザ（発振波長488nmの第2高調波）を照射して、周期的な大きな屈折率変化が形成されたことが報告されている。

【0006】 ところで、このような光導波路型グレーティングの鋭い反射特性は有用ではあるが、用途等によっては反射波長域が広いものが好ましい場合がある。例えば、発光ダイオードなどからの発光スペクトルが数10nmの広い光を一様に反射したい時や、半導体レーザなどからの光が温度変動等により数nm変化しても反射率がほぼ一定であることが要求されることがある。

【0007】 このような要求を満たす光導波路型グレーティングとして光導波路型チャープグレーティングがある。このものは、導波路の長さ方向の屈折率変化などの変化の周期、すなわちグレーティング周期を長さ方向に連続的に変化させたものである。換言すればグレーティング周期が一定ではなく、徐々に変化しているものである。これにより、反射光の波長を、グレーティング周期の短いものから長いものまでに対応して連続的に変化させることができるようになる。

【0008】 したがって、このような光導波路型チャープグレーティングの反射特性は、例えば図6に示すように反射波長域が3～5nmとブロードなものになる。この光導波路型チャープグレーティングを製造する方法として、干渉光をグレーティング周期が連続的に変化するように光導波路に照射する方法は極めて困難であり、このためホトマスクとして極細スリットの間隔を連続的に変化させたものを用いて露光するなどの方法が考えられる。しかしながら、この製造方法は、グレーティング周期が一定の通常的光導波路型グレーティングを作成するものに比較すれば、製造が非常に困難でありコストも嵩むことになる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】 よって、この発明における課題は、製造が容易な光導波路型チャープグレーティングを得ることにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】 かかる課題は、予め光導波路のコア径、屈折率、屈折率分布などの導波構造をその長さ方向に連続的に変化させておき、この光導波路の

コアに従来方法による一定周期のグレーティングを形成することで解決される。

【0011】

【作用】光導波路の導波構造を変化させると、そこに伝搬される光の波長(λ_g)がこの変化に対応して変化する。したがって、周期一定のグレーティングを形成しておくことで、光導波路内の伝搬する光の波長が変化するので、結果的にグレーティング周期を連続的に変化したチャープトグレーティングと同様の反射特性が得られる。

【0012】以下、この発明を詳しく説明する。本発明における光導波路の導波構造の具体的なものとしては、コア径、コア屈折率、屈折率差などが挙げられる。好ましいものとしては、コア径、コア屈折率があり、容易に変化させることができるとともに、反射波長域の拡大にも大きな効果がある。

【0013】以下、具体例として光導波路として、断面形状が矩形であるコアの幅を局所的に変化させた例について説明する。図1は、本具体例の光導波路を示すもので、図中符号1は石英ガラス、シリコンなどからなる平板状の基板である。この基板1上には、クラッド層2が形成されている。このクラッド層2は石英ガラスなどからなり、その厚みは通常5~20 μ m程度となっている。クラッド層2内にはほぼ帯状のコア3が形成されている。

【0014】このコア3は、例えば酸化ゲルマニウムドーパ石英ガラスなどからなり、その屈折率がクラッド層2の屈折率よりも大きいものであって、コア3の1つの表面が露出した埋め込み形のものである。そして、このコア3の厚みはその長さ方向に一定となっているとともにその幅は図中位置A点からB点にかけて約5~10mmの長さで徐々に拡大し、B点からC点にかけて急激に元の幅に縮小している。位置A点での幅に対し、B点での幅はその1.5~5倍程度となっている。また、位置A点でのコア3の厚みは7~8 μ m程度であり、幅も7~8 μ m程度となっている。

【0015】このような光導波路は、基板1上に熱CVD法、スパッタリング法などによって石英ガラスなどからなるクラッド層2を形成し、ついでこのクラッド層2に対してホトリソグラフィにより図示の平面形状の深さが一定の溝を形成し、この溝の内部に酸化ゲルマニウムドーパ石英ガラスを熱CVD法などにより堆積する方法等によって作成することができる。

【0016】このような光導波路のコア3の幅が局所的に変化した部分(位置AからBまでの範囲)に対して、グレーティング周期(Λ)が一定のグレーティングを形成する。このグレーティングの形成は、従来の干渉法、ホトマスク法などがそのまま適用できる。このグレーティングの周期(Λ)は、得られる光導波路型チャープトグレーティングの反射中心波長に対応して、計算ならび

に予備実験により定められる。例えば、反射中心波長を1300nmとすると、周期(Λ)はおおよそ1300nmを伝搬モードの実効屈折率(約1.45)で割った値のさらに1/2の値とされる。

【0017】また、得られる光導波路型チャープトグレーティングの反射波長帯域は、コア3の幅の変化度合に対応して変化し、その幅の変化の度合が大きくなれば反射波長帯域が広がるので、コア3の幅の変化量を調整することで反射波長帯域を制御することができる。このようにして本発明の光導波路型チャープトグレーティングが得られることになる。

【0018】このような光導波路型チャープトグレーティングにあつては、コア3に形成されたグレーティングの周期(Λ)は一定ではあるが、コア3に入射された光のコア3内での伝搬時の波長(λ_g)がコア3の幅の変化によってその長さ方向に徐々に変化する。このため、グレーティング周期(Λ)とコア3内の伝搬光の波長との相対的關係は、従来のグレーティング周期が変化するチャープトグレーティングの場合と同様になり、反射光の波長域は広いものとなる。

【0019】また、光導波路の導波構造として、コアの屈折率を採用し、これをコアの長さ方向に局所的に変化させ、この屈折率の局所的な変化部分に一定のグレーティング周期のグレーティングを形成することによつても本発明の光導波路型チャープトグレーティングを得ることができる。このものでは、基板上のクラッド層に幅および厚さが一定であるコアを形成する。コアとクラッド層との比屈折率差は大きいことが好ましく、少なくとも1%以上、望ましくは2%以上とすることがよい。

【0020】この光導波路のコアを炭酸ガスレーザ、YAGレーザなどのレーザで局所的に加熱するとともにコアの長さ方向に単位面積当たりの加熱時間を増加または減少させ、コア中にドーパされている酸化ゲルマニウムなどのドーパントをクラッド層に熱拡散させて、コアの屈折率を長さ方向に沿って局所的に変化させる。ついで、この屈折率が局所的に変化しているコアの部分にグレーティング周期が一定のグレーティングを干渉法、ホトマスク法によって形成する方法により、上述の光導波路型チャープトグレーティングを得ることができる。

【0021】そして、この場合にはコア中の酸化ゲルマニウムなどのドーパントの熱拡散により、コアの屈折率が減少した部分はその実質的な幅および厚みが増大することにもなり、2種の導波構造、コアの屈折率およびコア径に局所的変化が生じることになり、反射波長域拡大の効果が大きいものとなる。

【0022】以下、実施例を示し、その作用効果を明確にするが、本発明はこれに限定されるものではない。

(実施例1) 図1に示すような光導波路を作成した。基板1はシリコン、クラッド層2は純粋石英ガラス、コア3は酸化ゲルマニウムドーパ石英ガラスであり、比屈折

5

率差は0.7%である。コア3の幅は端部で6 μ mであり、これが10mmの長さによって徐々にその2倍の16 μ mに拡幅されている。コア3の厚みは6 μ mで一定である。

【0023】この光導波路のコア3の拡幅部分に対して、干渉法によりグレーティング周期(Λ)が約488nmと一定のグレーティングを形成して、本発明の光導波路型チャープグレーティングを作成した。この光導波路型チャープグレーティングの特性は図2に示すように、その反射中心波長は1300nmで、半値幅での反射波長帯域は3.5nmであり、ピーク反射率は97%であった。この結果から、この例ではコア3の幅を2倍に変化することにより得られる反射波長帯域は中心波長に対して約2.7%の変化量に相当することがわかる。これによりコア3の幅の変化量を調整することで、反射波長帯域を制御しうることがわかる。

【0024】(実施例2)シリコンからなる基板上に純粋石英ガラスからなるクラッド層を形成し、このクラッド層に酸化ゲルマニウムドープ石英ガラスからなるコアを形成した。コアの幅は4.5 μ mで一定とし、厚みも4.5 μ mと一定とし、コアとクラッド層との比屈折率差を2.5%とした。このコアの長さ約9mmにわたる部分に、ビームスポット径が500 μ mの炭酸ガスレーザ(出力10W)を照射して加熱した。この時、単位長さ当りの照射時間を照射始端側から終端側にかけて徐々に長くし、終端側にかけての加熱量が徐々に増大するようにした。

【0025】この加熱により、コアにドープされていた酸化ゲルマニウムが熱拡散し、終端側にかけてその屈折率が徐々に低下し、終端側において比屈折率差は0.2%となった。また、この熱拡散により、コアの幅および厚さは、終端側で始端側のそれぞれの約4倍になった。このコアに対して干渉法によりグレーティング周期が約488nmと一定のグレーティングを形成して、本発明の光

6

導波路型チャープグレーティングを得た。このものの反射特性は、図3に示すように反射中心波長は1300nmで、反射波長帯域は半値幅で約18nmであった。

【0026】以上の実施例から明らかなように、光導波路の導波構造を局所的に連続的に変化させることで、反射波長域を広げることができ、かつ導波構造の変化量に対応して反射波長域の帯域を定めることが可能となる。このため、反射波長域の異なるものを従来の干渉法やホトマスク法で簡単に製造することができる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように、この発明の光導波路型チャープグレーティングは、光導波路の導波構造をその長手方向に連続的にかつ局所的に変化せしめ、この部分にグレーティング周期が一定のグレーティングを形成したものである。従来、光導波路型チャープグレーティングの製造に用いられている干渉法やホトマスク法などによって簡単に製造することができる。また、導波構造の変化量を調節することによって、反射波長域を容易に変化、制御することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光導波路型チャープグレーティングを得るための光導波路の例を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施例1で得られた光導波路型チャープグレーティングの反射特性を示すグラフである。

【図3】本発明の実施例2で得られた光導波路型チャープグレーティングの反射特性を示すグラフである。

【図4】一般の光導波路型グレーティングの反射特性を示すグラフである。

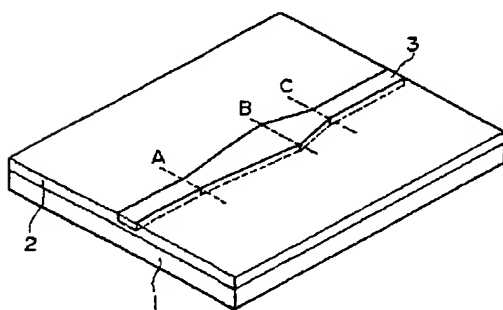
【図5】一般の光導波路型グレーティングを製造する干渉法の例を模式的に示した図である。

【図6】従来の光導波路型チャープグレーティングの反射特性を示すグラフである。

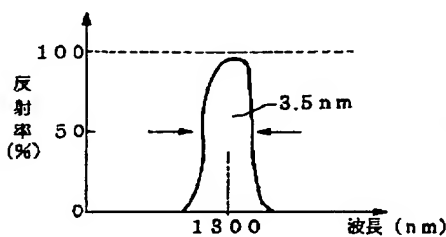
【符号の説明】

1…基板、2…クラッド層、3…コア

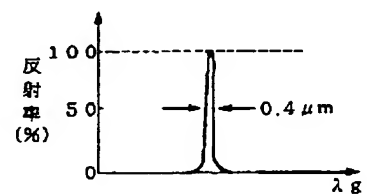
【図1】



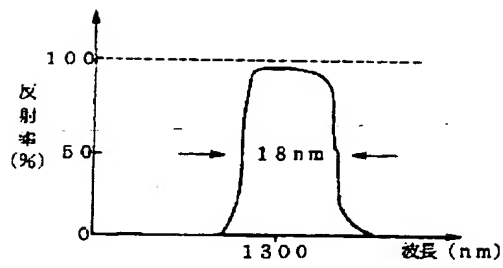
【図2】



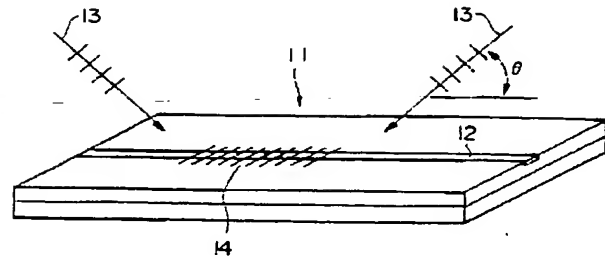
【図4】



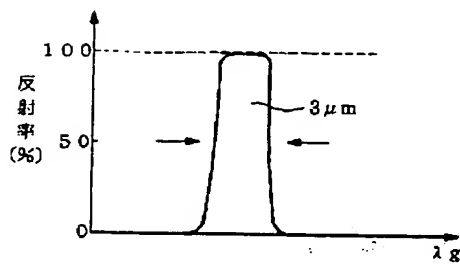
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 家中 拓也
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ
クラ佐倉工場内

(72)発明者 島 研介
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ
クラ佐倉工場内

THIS PAGE BLANK (USPTO)

JAPANESE

[JP,08-220356,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS OPERATION DESCRIPTION OF DRAWINGS
DRAWINGS

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Optical waveguide mold char PUTOGU rating characterized by having formed continuous change of guided wave structure in the die-length direction of optical waveguide, and forming a grating in this change part.

[Claim 2] Optical waveguide mold char PUTOGU rating according to claim 1 characterized by continuous change of the above-mentioned guided wave structure being change of the local core diameter of optical waveguide.

[Claim 3] Optical waveguide mold char PUTOGU rating according to claim 1 characterized by continuous change of the above-mentioned guided wave structure being refractive-index change of the core formed of diffusion of the dopant by local heating of optical waveguide.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention enables it to perform that manufacture easily about optical waveguide mold char PUTOGU rating with the large reflected wave length region of the reflected light.

[0002]

[Description of the Prior Art] A periodic fixed change, for example, periodic change of the refractive index of a core, and periodic change of a core diameter are formed in the die-length direction of flat-surface optical waveguide which serves as an optical waveguide mold grating from cladding layers, such as quartz glass used as the clad formed on substrates, such as glass and silicon, and band-like cores, such as germanium-dioxide dope quartz glass formed in this cladding layer. And only when the relation of $\lambda_{\text{dag}} = 2\lambda$ is filled between the wavelength (guide wave length λ_{dag}) of the propagation light within the waveguide of the light which carried out incidence to the period (it may be hereafter called the grating period) (λ) and this optical waveguide of this periodic change The reflected wave length region shown with half-value width as it has the property that the incident light is reflected about 100% and shown in drawing 4 (the value in half-value width shall show a reflected wave length region hereafter) It is very narrow about 0.4nm, and a very steep reflection property is shown.

[0003] The optical waveguide mold grating which has such sharp reflected wave length selectivity is a promising technique in which it is used for monitoring system, laser, etc. of a fiber-optic communications network, and deals. The interference method, the photo mask method, etc. are learned by manufacture of this optical waveguide mold grating. As shown in drawing 5, an interference method irradiates the strong laser beams 13 and 13 of a high illuminance of two directions to a coherency at the core 12 of optical waveguide 11 so that it may interfere mutually, and forms an interference fringe 14 in the front face of a core 12.

[0004] The part by which a strong laser beam is irradiated, and the part by which a weak laser beam is irradiated will be periodically formed in the part of the core 12 of the waveguide 11 corresponding to this interference fringe 14 by turns. The defect by the phot refractive effectiveness arises on the glass, and, thereby, the refractive index increases the part by which the strong laser beam was irradiated to it. For this reason, periodic change of a refractive index will be formed in a core 12. In this case, it becomes settled in a degree type with whenever [illuminating-angle / of the laser beam of drawing 5], (θ), and the wavelength (λ) of a laser beam, the period (λ), i.e., the grating period, of periodic change of the refractive index formed.

$\lambda = \lambda / \sin \theta$ [0005] Moreover, the photo mask method puts the photo mask in which many super-thin slits were formed to the core of optical waveguide in spacing equivalent to a fixed grating period, irradiates and exposes a strong laser beam from a photo mask, and forms a periodic refractive-index change which has a fixed period. As an example by the interference method, it is reported using the single mode optical waveguide which has a germanium-dioxide dope core that irradiated argon laser (the 2nd higher harmonic with an oscillation wavelength of 488nm) with a wavelength of 244nm, and a periodic big refractive-index change was formed.

[0006] By the way, although the sharp reflection property of such an optical waveguide mold grating is useful, what has a large reflected wave length region may be desirable by an application etc. For example, even if the time of the emission spectrum from light emitting diode etc. wanting to reflect several 10nm large light uniformly and the several nm light from semiconductor laser etc. change with temperature fluctuation etc., it may be required that a reflection factor should be almost fixed.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

[0007] Optical waveguide mold char PUTOGU rating occurs as an optical waveguide mold grating which fills such a demand. As thing changes in the die-length direction continuously, the period, i.e., the grating period, of change, such as refractive-index change of the die-length direction, of waveguide. If it puts in another way, a grating period will not be fixed and it will change gradually. Thereby, it can correspond by the long thing and the wavelength of the reflected light can be continuously changed now from what has a short grating period.

[0008] Therefore, the reflection property of such optical waveguide mold char PUTOGU rating becomes what has a reflected wave length region [broadcloth as 3-5nm], as shown in drawing 6 . As an approach of manufacturing this optical waveguide mold char PUTOGU rating, the approach of irradiating an interference light at optical waveguide so that a grating period may change continuously is very difficult, and can consider the approach of exposing spacing of a super-thin slit using what was changed continuously as a photo mask for this reason. However, if this manufacture approach is compared with what creates the usual optical waveguide mold grating with a fixed grating period, manufacture will be very difficult and cost will also increase.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, the technical problem in this invention has manufacture in obtaining easy optical waveguide mold char PUTOGU rating.

[0010]

[Means for Solving the Problem] This technical problem changes continuously guided wave structures, such as a core diameter of optical waveguide, a refractive index, and refractive-index distribution, in that die-length direction beforehand, and is solved by forming the grating of the fixed period by the conventional approach in the core of this optical waveguide.

[0011]

[Function] If the guided wave structure of optical waveguide is changed, the wavelength (λ) of the light spread there will change corresponding to this change. Therefore, since the wavelength of the light spread in optical waveguide changes by forming the grating of periodic regularity, the same reflection property as char PUTOGU rating to which the grating period was changed continuously as a result is obtained.

[0012] Hereafter, this invention is explained in detail. As a concrete thing of the guided wave structure of the optical waveguide in this invention, a core diameter, a core refractive index, a refractive-index difference, etc. are mentioned. While there are a core diameter and a core refractive index and being able to make it change easily as a desirable thing, there is big effectiveness also in expansion of a reflected wave length region.

[0013] Hereafter, the example to which the width of face of the core whose cross-section configuration is a rectangle was changed locally is explained as optical waveguide as an example. Drawing 1 shows the optical waveguide of this example, and the sign 1 in drawing is a plate-like substrate which consists of quartz glass, silicon, etc. The cladding layer 2 is formed on this substrate 1. This cladding layer 2 consists of quartz glass etc., and that thickness has usually become about 5-20 micrometers. The almost band-like core 3 is formed in the cladding layer 2.

[0014] This core 3 is the thing of the flush type which consisted for example, of germanium-dioxide dope quartz glass etc., and that refractive index was larger than the refractive index of a cladding layer 2, and one front face of a core 3 exposed. And while the thickness of this core 3 is fixed in that die-length direction, it is rapidly reduced to the original width of face, expanding that width of face gradually by die length of about 5-10mm from the location A point in drawing to a B point, and applying it to C point from a B point. The width of face in a B point is the about 1.5 to 5 times to the width of face in a location A point. Moreover, the thickness of the core 3 in a location A point is about 7-8 micrometers, and width of face has also become about 7-8 micrometers.

[0015] The cladding layer 2 which consists of quartz glass etc. by the heat CVD method, the sputtering method, etc. can be formed on a substrate 1, subsequently the depth of the flat-surface configuration of illustration can form a fixed slot with photolithography to this cladding layer 2, and such optical waveguide can create it by the approach of depositing germanium-dioxide dope quartz glass on the interior of this slot with a heat CVD method etc.

[0016] The width of face of the core 3 of such optical waveguide forms a grating with a fixed grating period (λ) to the part (range from a location A to B) which changed locally. The conventional interference method, the photo mask method, etc. can apply formation of this grating as it is. The period (λ) of this grating is defined by count and preliminary experiment corresponding to the reflective core wavelength of optical waveguide mold char PUTOGU rating obtained. For example, if reflective core wavelength is set to 1300nm, let periods (λ) be one half of values at the pan



THIS PAGE BLANK (USPTO)

of the value which broke about 1300nm by the effective refractive index (about 1.45) of propagating mode.

[0017] Moreover, since a reflected wave length band will spread if it changes corresponding to the change degree of the width of face of a core 3 and the degree of change of the width of face becomes large, the reflected wave length band of optical waveguide mold char PUTOGU rating obtained can control a reflected wave length band by adjusting the variation of the width of face of a core 3. Thus, optical waveguide mold char PUTOGU rating of this invention will be obtained.

[0018] Although the period (λ) of the grating formed in the core 3 is fixed if it is in such optical waveguide mold char PUTOGU rating, the wavelength at the time of propagation within the core 3 of the light by which incidence was carried out to the core 3 (λ_{bdg}) changes with change of the width of face of a core 3 in the die-length direction gradually. For this reason, the relative relation between a grating period (λ) and the wavelength of the propagation light in a core 3 becomes being the same as that of the case where it is char PUTOGU rating from which the conventional grating period changes, and the wavelength region of the reflected light will become large.

[0019] Moreover, as guided wave structure of optical waveguide, the refractive index of a core can be adopted, this can be locally changed in the die-length direction of a core, and optical waveguide mold char PUTOGU rating of this invention can be obtained also by forming the grating of a fixed grating period in the local change part of this refractive index. In this thing, width of face and thickness form a fixed core in the cladding layer on a substrate. The large thing of the relative index difference of a core and a cladding layer is desirable, and it is good to consider as 2% or more desirably at least 1% or more.

[0020] While heating the core of this optical waveguide locally by laser, such as carbon dioxide gas laser and an YAG laser, the heating time per unit area is increased or decreased in the die-length direction of a core, thermal diffusion of the dopants, such as a germanium dioxide doped in the core, is carried out to a cladding layer, and the refractive index of a core is locally changed along the die-length direction. Subsequently, above-mentioned optical waveguide mold char PUTOGU rating can be obtained by the approach this refractive index forms a grating with a fixed grating period in the part of the core which is changing locally by the interference method and the photo mask method.

[0021] And in this case, by the thermal diffusion of dopants, such as a germanium dioxide in a core, the part into which the refractive index of a core decreased is also that width of face qualitative as a matter of fact and thickness increase, and local change will arise in the refractive index and core diameter of two sorts of guided wave structures, and a core, and it becomes what has the large effectiveness of reflected wave length region expansion.

[0022] Although an example is shown and the operation effectiveness is clarified hereafter, this invention is not limited to this.

(Example 1) Optical waveguide as shown in drawing 1 was created. A substrate 1 is [pure quartz glass and the core 3 of silicon and a cladding layer 2] germanium-dioxide dope quartz glass, and relative index difference is 0.7%. The width of face of a core 3 is 6 micrometers at the edge, and is gradually widened to the twice as many 16 micrometers as this covering the die length this [whose] is 10mm. The thickness of a core 3 is fixed at 6 micrometers.

[0023] To the extension part of the core 3 of this optical waveguide, the grating period (λ) formed about 488nm and a fixed grating with the interference method, and optical waveguide mold char PUTOGU rating of this invention was created. As the property of this optical waveguide mold char PUTOGU rating was shown in drawing 2, that reflective core wavelength was 1300nm, the reflected wave length band in half-value width was 3.5nm, and the peak reflection factor was 97%. This result shows that the reflected wave length band obtained by changing the width of face of a core 3 twice is equivalent to about 2.7% of variation to main wavelength in this example. It turns out that a reflected wave length band can be controlled by this adjusting the variation of the width of face of a core 3.

[0024] (Example 2) The cladding layer which consists of pure quartz glass was formed on the substrate which consists of silicon, and the core which becomes this cladding layer from germanium-dioxide dope quartz glass was formed. The width of face of a core presupposed that it is fixed by 4.5 micrometers, also set thickness constant with 4.5 micrometers, and made 2.5% relative index difference of a core and a cladding layer. Into the part covering die length of about 9mm of this core, the diameter of the beam spot irradiated and heated the carbon dioxide gas laser (output 10W) which is 500 micrometers. It lengthens gradually, applying the irradiation time per unit length to a termination side from an exposure start edge side, and was made for the amount of heating applied to

THIS PAGE BLANK (USPTO)

a termination side to increase gradually at this time.

[0025] With this heating, germanium dioxide doped by the core carried out thermal diffusion, and it applied to the termination side, and that refractive index fell gradually and relative index difference became 0.2% at the termination side. Moreover, the width of face and thickness of a core increased about 4 times of that by the side of the start edge by the termination side by this thermal diffusion. The grating period formed about 488nm and a fixed grating with the interference method to this core, and optical waveguide mold char PUTOGU rating of this invention was obtained. As the reflection property of this thing was shown in drawing 3, reflective core wavelength was 1300nm, and the reflected wave length band was about 18nm in half-value width.

[0026] It becomes possible to be able to extend a reflected wave length region and to appoint the band of a reflected wave length region by changing the guided wave structure of optical waveguide continuously locally, corresponding to the variation of guided wave structure so that clearly from the above example. For this reason, that from which a reflected wave length region differs can be easily manufactured by a conventional interference method and the conventional photo mask method.

[0027]

[Effect of the Invention] As explained above, since the guided wave structure of optical waveguide is made to change to that longitudinal direction continuously and locally and a grating period forms a fixed grating in this part, optical waveguide mold char PUTOGU rating of this invention can be easily manufactured by an interference method, the photo mask method, etc. which are used for manufacture of the conventional optical waveguide mold char PUTOGU rating. Moreover, by adjusting the variation of guided wave structure, easily, it can also change and a reflected wave length region can also be controlled.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the perspective view showing the example of the optical waveguide for obtaining optical waveguide mold char PUTOGU rating of this invention.

[Drawing 2] It is the graph which shows the reflection property of optical waveguide mold char PUTOGU rating obtained in the example 1 of this invention.

[Drawing 3] It is the graph which shows the reflection property of optical waveguide mold char PUTOGU rating obtained in the example 2 of this invention.

[Drawing 4] It is the graph which shows the reflection property of a general optical waveguide mold grating.

[Drawing 5] It is drawing having shown typically the example of the interference method which manufactures a general optical waveguide mold grating.

[Drawing 6] It is the graph which shows the reflection property of the conventional optical waveguide mold char PUTOGU rating.

[Description of Notations]

1 -- A substrate, 2 -- A cladding layer, 3 -- Core

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

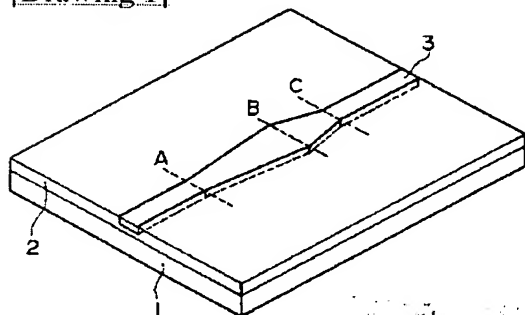
* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

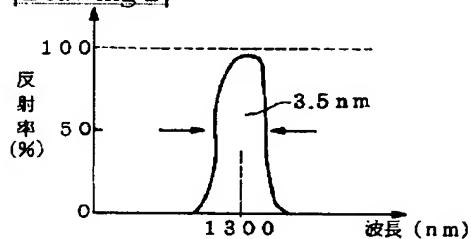
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

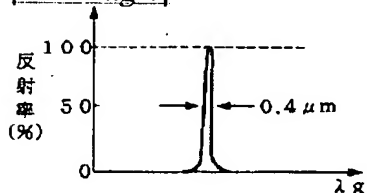
[Drawing 1]



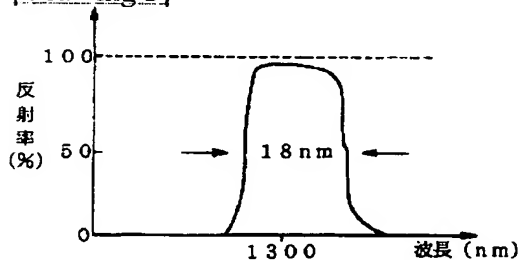
[Drawing 2]



[Drawing 4]

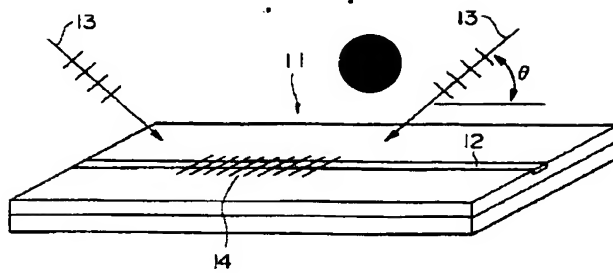


[Drawing 3]

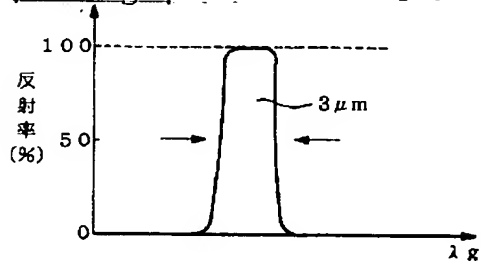


[Drawing 5]

THIS PAGE BLANK (USPTO)



[Drawing 6]



[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)